

Optisches Sensorelement und Sensoranordnung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Sensorelement, bei dem in einem Halbleitersubstrat ein lichtempfindlicher Bereich, in dem durch Belichtung Ladungsträger freisetzbar sind, und zwei Dotierungszonen zum Aufnehmen von in dem
10 lichtempfindlichen Bereich freigesetzten Ladungsträgern gebildet sind, sowie mit gegen den lichtempfindlichen Bereich isolierten Elektroden zum Erzeugen eines Feldgradienten in dem lichtempfindlichen Bereich.

15 Herkömmliche Sensorelemente dieses Typs haben den in Fig. 1 schematisch dargestellten Aufbau. Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch ein Halbleitersubstrat 1, in dem durch Diffusion oder Implantation von Fremdatomen Dotierungszonen 2, 3 gebildet sind. Eine lichtdurchlässige Oxidschicht 4 überdeckt jeweils
20 einen Teil der Dotierungszonen 2, 3 sowie einen dazwischenliegenden Substratbereich mit intrinsischer Leitfähigkeit. Auf der Oxidschicht 4 sind zwei lichtdurchlässige Elektroden 5, 6 aufgebracht. Die Struktur ähnelt der eines herkömmlichen MOSFET, dessen Gate durch ein schmales Fenster 7 in zwei den
25 Elektroden 5, 6 entsprechende Teile geteilt ist.

Licht dringt durch die Elektroden 5, 6 und das dazwischenliegende Fenster 7 und durch die Oxidschicht 4 in das Halbleitersubstrat 1 ein und erzeugt darin Paare von Ladungsträgern. Die Elektroden 5, 6 sind transparent, um die gesamte
30 Substratoberfläche zwischen den Dotierungszonen 2, 3 für die Lichtabsorption nutzen zu können.

Die Elektroden 5, 6 werden jeweils alternierend mit einem Potential beschaltet, das in dem zwischen den Elektroden 5, 6 liegenden Bereich des Halbleitersubstrats 1 einen Potentialgradienten hervorruft, der je nach Polung die Ladungsträger zu einer der zwei Dotierungszonen 2, 3 „schaufelt“. Ladungsträger des geeigneten Typs, die eine der Dotierungszonen 2 oder 3 erreichen, ergeben so einen Photostrom.

Der Nutzen derartiger Sensorelemente liegt insbesondere in ihrer Eignung zur Durchführung eines optischen Entfernungsmessverfahrens. Hierfür wird eine Lichtquelle wie etwa eine Laserdiode mit dem gleichen Signal ein-aus-moduliert, das auch an einer der Elektroden 5, 6 anliegt, um zwischen diesen einen Potentialgradienten mit wechselnder Richtung zu erzeugen. Die Laserdiode strahlt das Licht auf ein Objekt, dessen Entfernung gemessen werden soll, und von dem Objekt reflektiertes Licht trifft auf die Elektroden 5, 6 und/oder das Fenster 7 und erzeugt im darunter liegenden Halbleitermaterial Ladungsträgerpaare. Wenn die Entfernung des Objektes Null ist, besteht zwischen dem auf das Fenster 7 treffenden Licht und dem beispielsweise an der Elektrode 5 anliegenden Signal kein Phasenunterschied; immer dann, wenn Licht auf das Fenster 7 trifft, liegt ein Potentialgradient an den Elektroden 5 an, der die in dem Substrat erzeugten Ladungsträger zur Dotierungszone 2 ableitet. In den Zeitintervallen, in denen die Richtung des Potentialgradienten umgekehrt ist und die Ladungsträger zur Dotierungszone 3 geführt werden, fällt kein Licht auf das Fenster 7, so dass an der Dotierungszone 2 ein maximaler Photostrom und an der Dotierungszone 3 kein Photostrom erfasst wird. Mit zunehmender Entfernung des zu erfassenden Objektes wird die laufzeitbedingte Phasenverschiebung zwischen den an den Elektroden anliegenden Signalen und dem auf das Fenster 7 treffenden Licht immer größer, und aus dem Verhältnis der an den Dotierungszonen 2, 3 abgegriffenen Photostrome kann die Entfernung des Objektes gefolgert werden.

Ein Problem bei der bekannten Struktur der Fig. 1 ist, dass das Licht in ein Silizium-Halbleitersubstrat 1 einige Mikrometer tief eindringt (ca. 20 μm bei einer Wellenlänge von 850 nm), dass aber die Raumladungszone und damit der Feldgradient, der in dem Substrat 1 durch die gegenphasig an den Elektroden 5, 6 anliegenden Potentiale erzeugt wird, und der benötigt wird, um die Ladungsträger zu einer der Dotierungszonen 2, 3 wandern zu lassen, eine demgegenüber wesentlich geringere Eindringtiefe aufweist. Das heißt, es werden nur Ladungsträger mit guter Effektivität aufgefangen und in die Dotierungszonen geleitet, die in der Raumladungszone nahe an der Oberfläche des Halbleitersubstrats 1 und in geringer Entfernung von den Elektroden 5, 6 erzeugt werden; ein Großteil der erzeugten Ladungsträger entsteht jedoch in tieferen Bereichen des Substrats 1 außerhalb der Raumladungszone, wo kein Potentialgradient vorliegt. Bei diesen Ladungsträgern ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass sie keine Dotierungszone erreichen, bzw. durch thermische Diffusion eine Dotierungszone erst erreichen, nachdem das Potentialgradient seine Richtung umgekehrt hat. Die in diesen Ladungsträgern enthaltene Entfernungsinformation geht so verloren.

Außerdem ist anzunehmen, dass nur ein kleiner Teil der Oberfläche des Substrats effektiv zum Nachweis von Licht nutzbar ist. Die Anordnung der Elektroden 5, 6 an der Oberfläche des Substrats führt zu einer Verstärkung des elektrischen Feldes an den einander zugewandten Rändern der Elektroden. Die Elektroden selbst schirmen große Teile des Substrats 1 gegen das elektrische Feld des Potentialgradienten ab, so dass Ladungsträger von dort ebenfalls langsam durch thermische Diffusion zu einer der Dotierungszonen 2, 3 gelangen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Sensorelement der eingangs definierten Art anzugeben, das eine hohe Empfindlichkeit aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Sensorelement mit den Merkmalen des Anspruches 1. Indem erfindungsgemäß die isolierten Elektroden in in der Oberfläche des Substrats gebildeten Gräben angebracht sind, sind sie im Stande, ein eine Drift der Ladungsträger antreibendes elektrisches Feld zwischen benachbarten Gräben zu erzeugen, das bis in eine beträchtliche Tiefe in das Substrat vordringt und auch in oberflächenfernen Bereichen des Substrats erzeugte Ladungsträger erfasst und schnell zu einer der Dotierungszonen ableitet. Die Anordnung der Elektroden verhindert eine lokale Überhöhung des Potentialgradienten; eine Abschirmung durch Kanalbildung kann vermieden werden. Außerdem ist aufgrund der Anordnung der Elektroden ein hoher Prozentsatz der Substratoberfläche zur Signalerzeugung nutzbar. Im Idealfall reicht das elektrische Feld von einem Graben bis zum anderen, d.h. der Potentialgradient zwischen den Gräben reicht aus, um nahezu alle erzeugten Ladungsträger aus der Raumladungszone herauszuziehen.

Jede Dotierungszone sollte zweckmäßigerweise eine Isolations-schicht einer der isolierten Elektroden berühren, so dass, wenn sich durch ein an die isolierte Elektrode angelegtes Abziehpotential ein leitfähiger Kanal an der Isolationsschicht bildet, dieser Kanal Kontakt mit der Dotierungszone hat und in dem Kanal gesammelte Ladungsträger der Dotierungszone ohne Verluste zugeleitet werden können. Da anders als bei der herkömmlichen Struktur die Kanäle bei der erfindungsgemäßen Struktur zur gewünschten Driftrichtung praktisch senkrecht stehen, schirmen sie die zwischen zwei Elektroden liegenden Bereiche des Halbleitersubstrats nicht nennenswert gegen das elektrische Feld ab. So trägt die gesamte Halbleitermasse zwischen den zwei Elektroden zur Empfindlichkeit des Sensorelements bei.

Wenn die Tiefe der Gräben größer ist als die Dicke der Dotierungszonen, können den Dotierungszonen auch über die sich an den Elektroden bildenden Kanäle Ladungsträger zugeführt werden, die in tiefen Zonen des Halbleitersubstrats unterhalb

der Dotierungszonen erzeugt werden. Da die Dicke der Dotierungszonen im Allgemeinen viel kleiner als die Eindringtiefe des Lichts ist, kann sogar das Halbleitermaterial unterhalb der Dotierungszonen einen Beitrag zur Empfindlichkeit des Sensorelements leisten.

Die bevorzugte Tiefe der Gräben liegt zwischen 5 und 40 μm , vorzugsweise zwischen 12 und 25 μm . Im Allgemeinen wird man um so tiefere Gräben wählen, je größer die Eindringtiefe des nachzuweisenden Lichtes in das Halbleitersubstrat 1 ist.

Um eine gute Ausnutzung der Substratfläche zu erreichen, sind zweckmäßigerweise jeweils zwei in einer ersten Richtung benachbarte Sensorelemente beiderseits einer gemeinsamen isolierten Elektrode angeordnet. Dabei können an die gemeinsame isolierte Elektrode angrenzende Dotierungszonen der zwei Sensorelemente elektrisch leitend verbunden sein. Zwei Sensorelemente mit leitend verbundenen Dotierungszonen sind zweckmäßigerweise jeweils zu einem Pixel zusammengefasst, wobei ein Pixel durchaus mehr als zwei Sensorelemente aufweisen kann.

Um eine ortsauflösende Sensoranordnung zu schaffen, sollten wenigstens einzelne Paare von Sensorelementen existieren, bei denen an die gemeinsame isolierte Elektrode angrenzende Dotierungszonen der zwei Sensorelemente elektrisch voneinander isoliert sind, so dass die in den zwei Dotierungszonen aufgefangenen Photoströme getrennt voneinander verarbeitet werden können.

Eine solche Isolation von sich beiderseits einer isolierten Elektrode gegenüberliegenden Dotierungszonen ist zum Beispiel dadurch realisierbar, dass die zwischen ihnen liegende isolierte Elektrode am Boden ihres Grabens eine dickere Isolierschicht als an dessen Seitenwänden aufweist. Durch diese Maßnahme wird die Entstehung eines leitfähigen Kanals über den

Boden des Grabens hinweg verhindert, der sonst eine leitfähige Verbindung zwischen den Dotierungszonen darstellen könnte.

Einer anderen Ausgestaltung zufolge haben zwei benachbarte,
5 zu verschiedenen Pixeln gehörende Sensorelemente nicht eine gemeinsame isolierte Elektrode, sondern zwischen zwei solchen Elektroden der benachbarten Sensorelemente ist eine die Elektroden gegeneinander isolierende Zone gebildet. Bei einer solchen isolierenden Zone kann es sich zum Beispiel um das
10 Halbleitersubstrat selbst handeln, wenn beispielsweise die zwei Elektroden jeweils in eigenen Gräben untergebracht sind.

Die von den den Dotierungszonen abgeführten Ladungen werden auf zwei Kondensatoren gespeichert. Aus der Differenz der La-
15 dungen dieser zwei Kondensatoren kann die Entfernung eines auf die Pixel abgebildeten Objekts bestimmt werden. Um Substratoberfläche zu sparen, sind diese Kondensatoren wie die isolierten Elektroden vorzugsweise in Gräben untergebracht, so dass ihre Platten senkrecht zur Substratoberfläche orientiert sind.
20

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

25 Dabei zeigen:

Fig. 1 bereits behandelt, einen Schnitt durch ein Halbleitersubstrat mit einem herkömmlichen Sensorelement;

Fig. 2 teils im Schnitt, teils in perspektivischer Draufsicht auf die Oberfläche, ein erfindungsgemäßes Sensorelement;
30

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Pixel einer ortalauflösenden Sensoranordnung, gebildet aus mehreren der in Fig. 2 gezeigten Sensorelemente;

- Fig. 4 eine Draufsicht auf mehrere Pixel einer zweiten
ortsauflösenden Sensoranordnung;
- Fig. 5 einen schematischen Schnitt durch ein Sensorelement
gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung; und
- 5 Fig. 6 ein weiteres Beispiel für eine Sensoranordnung;
- Fig. 7 teils im Schnitt, teils in perspektivischer Drauf-
sicht auf die Oberfläche, ein erfindungsgemäßes Sen-
sorelement mit Metall-Halbleiterstruktur und Schott-
ky-Barriere;
- 10 Fig. 8 mehrere Sensorelemente mit eindiffundiertem
 p^+ -Kontakt.

Fig. 2 zeigt ein einzelnes erfindungsgemäßes Sensorelement
10. Es umfasst zwei in einem Siliziumsubstrat 1 anisotrop ge-
15 ätzte, parallele Gräben 11, die nach dem Ätzen oberflächlich
oxidiert worden sind, um eine isolierende Oxidschicht 12 zu
bilden, und die anschließend mit elektrisch leitfähigem Mate-
rial wie etwa Metall oder hochdotiertem Polysilizium aufge-
füllt worden sind, um gegen das Substrat 1 isolierte Elektro-
20 den 13, 14 zu bilden. Die Elektroden 13, 14 liegen einander
wie parallele Platten eines Kondensators gegenüber. Die Tiefe
der Gräben 11 beträgt typischerweise ca. 25 μm , ihre Länge
ist weitgehend willkürlich wählbar und kann je nach Größe ei-
nes durch ein oder mehrere Sensorelemente 10 gebildeten Pi-
25 xels beispielsweise in einem Bereich von 20 bis 200 μm lie-
gen.

Zwischen den zwei Elektroden 13, 14 und jeweils in Kontakt
mit der Oxidschicht 12 einer von ihnen sind zwei Dotierungs-
30 zonen 15, 16 gebildet. Die Dicke der Dotierungszonen 15, 16
beträgt einige hundert Nanometer und ist damit deutlich ge-
ringer als die Eindringtiefe des Lichtes in das Halbleiter-

substrat 1, so dass nicht nur Licht, das auf einen undotierten Oberflächenbereich 17 zwischen den Zonen 15, 16 fällt, sondern auch Licht, das die Dotierungszonen 15, 16 durchdringt, in dem zwischen den Gräben 11 liegenden empfindlichen Bereich 18 des Substrats Ladungsträger freisetzen kann. Diese Ladungsträger werden zu der jeweils mit einem Abziehpotential beaufschlagten Elektrode 13 oder 14 hin abgezogen. Wenn das angelegte Abziehpotential hoch genug ist, um Ladungsträger an die Oxidschicht 12 der Elektrode 13 oder 14 angrenzenden Bereich des Substrats 1 anzuziehen, bildet sich in diesem Bereich ein Kanal 19 aus, in dem die Ladungsträger frei beweglich sind. Über diesen Kanal 19 fließen die Ladungsträger zu der benachbarten Dotierungszone 15 bzw. 16 ab.

Von den Dotierungszonen 15, 16 werden die Ladungsträger über einen daran angebrachten Ohmschen Kontakt abgeleitet, z.B. zu (nicht dargestellten) Sammelkondensatoren, deren Platten wie die Elektroden 13, 14 jeweils durch elektrisch leitfähiges Material gebildet sind, das in einem in das Halbleitersubstrat 1 geätzten Graben, gegen das Substrat 1 elektrisch isoliert, eingebracht ist.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf ein Pixel einer Sensoranordnung, das aus vier Sensorelementen 10, wie in Fig. 2 dargestellt, zusammengesetzt ist. Ein einzelnes Sensorelement 10 entspricht in Fig. 3 dem durch ein gestricheltes Rechteck gekennzeichneten Bereich. Es gibt zwei isolierte Elektroden 13, in Fig. 3 mit 13' bezeichnet, die jeweils zwei einander benachbarten Sensorelementen 10 angehören und an deren zwei Längsseiten sich Dotierungszonen 15, 16 erstrecken. Die zwei Dotierungszonen 15, 16 an jeder der Elektroden 13' sind über ein Längsende der Elektrode 13' verlängert und so miteinander elektrisch leitend verschmolzen. Nur die äußeren Elektroden, mit 13'' bezeichnet, weisen nur an einer Längsseite eine Dotierungszone 15, 16 auf.

Die Elektroden 13', 13" sind jeweils alternierend mit zwei Versorgungsleitungen 20, 21 verbunden, über die sie jeweils um 180° phasenverschoben das Abziehpotential empfangen. Entsprechend sind die Dotierungszonen 15, 16 jeweils alternierend mit zwei Signalleitungen 22, 23 verbunden, über die die Ladungsträger zu Sammelkondensatoren und/oder anderen Auswertungsschaltungen abfließen.

Bei der in Fig. 4 gezeigten Sensoranordnung ist jede einzelne eine isolierte Elektrode 13 oder 14 umgebende Dotierungszone 15 oder 16 mit einer eigenen Signalleitung 24 versehen. Dies bedeutet, dass, wenn die Elektroden 13 mit dem Abziehpotential beschaltet sind, die sie umgebenden Dotierungszonen 15 jeweils Ladungsträger aus den zwei in der Fig. jeweils unter dem Bezugszeichen 24 zusammengefassten Sensorelementen sammeln, während, wenn die Elektroden 14 das Abziehpotential empfangen, diese jeweils Ladungsträger aus den mit 25 bezeichneten Paaren sammeln. Es bilden also jeweils zwei Sensorelemente 10 ein Pixel, wobei die Position der Pixel jeweils periodisch um eine halbe Pixelbreite schwankt bzw. die Zuordnung der Sensorelemente 10 zu einem Pixel in Abhängigkeit davon variiert, an welchen Elektroden das Abziehpotential anliegt. Mit einer solchen Sensoranordnung können zwar sehr hoch auflösende Bilder, insbesondere in einem Halbbildmodus, erzeugt werden; um diese Bilder für eine ortsauflösende Entfernungsmessung einzusetzen, ist jedoch ein größerer Verarbeitungsaufwand erforderlich als bei stationären Pixeln gemäß der Ausgestaltung der Fig. 3.

Kleine stationäre Pixel können mit der Ausgestaltung der Fig. 5 erhalten werden. Das in dieser Fig. dargestellte Sensorelement 10' unterscheidet sich von dem Sensorelement 10 der Fig. 2 dadurch, dass die Oxidschicht 12 der isolierten Elektroden 13, 14 jeweils am Boden 26 des Grabens, in dem die Elektroden angeordnet sind, deutlich breiter gemacht ist als an dessen Seitenflanken 27. Infolgedessen ist die elektrische Feldstärke in dem an die Oxidschicht 12 angrenzenden Halbleitermate-

rial jeweils am Boden 26 geringer als an den Seitenflanken 27. Dadurch ist es möglich, ein Abziehpotential an eine der Elektroden 13, 14 anzulegen, dass zwar stark genug ist, zwei Kanäle 19 auf beiden Seiten der Elektrode zu erzeugen, nicht
5 aber einen den Boden 26 überbrückenden Kanal, der diese zwei Kanäle 19 kurzschließen würde. Da bei dieser Ausgestaltung die Dotierungszonen 15, 16 beiderseits einer isolierten Elektrode 13, 14 auch nicht auf der Substratoberfläche miteinander verbunden sind, beeinflussen sich benachbarte Sensorelemente 10' gegenseitig nicht, so dass jedes Sensorelement 10' ein von den anderen unabhängiges Pixel darstellt.

Eine andere Möglichkeit, benachbarte Sensorelemente zu entkoppeln, um sie jeweils jedes für sich als ein Pixel zu nutzen, ist in Fig. 6 gezeigt. Die einzelnen Sensorelemente 10 sind hier mit denen aus Fig. 2 identisch, doch anders als in Fig. 3 gehört jede isolierte Elektrode 13, 14 genau einem Sensorelement 10 an, und zwischen einander benachbarten Elektroden 13, 14 verschiedener Sensorelemente 10 befindet
15 sich eine isolierende Schicht 28, hier in Form von Material des Halbleitersubstrats 1.

Um die Kapazität der gesamten Sensoranordnung zu verringern, kann die isolierende Schicht auch ein weiterer Graben sein, der die Gräben benachbarter Elektroden 13, 14 elektrisch voneinander trennt. Ein solcher Graben kann das gesamte Pixel umgeben und so zur optischen und elektrischen Trennung der einzelnen Pixel voneinander beitragen.

30 In der Fig.7 wird entsprechend der Fig.2 ein einzelnes erfindungsgemäßes Sensorelement gezeigt. Das in der Fig. 7 gezeigte Sensorelement unterscheidet sich dabei von dem in Fig. 2 gezeigten Sensorelement darin, dass im geätzten Graben 11 anstelle einem Metall-Oxid-Semiconductor (MOS) eine einfache
35 Metall-Halbleiterstruktur 31 eingebracht ist. Statt einer O-

xidschicht werden hierbei die in den lichtempfindlichen Bereich 18 geätzten Gräben 11, analog zu dem hochdotierten Poly-Silizium 14, mit einem Metall aufgefüllt. Hierbei ist die in der Fig.2 gezeigte Oxidschicht 12 nicht vorhanden. Bei den mit dem Metall aufgefüllten Gräben 11 handelt es sich um Metall-Halbleiter-Kontakte, welche gegenüber dem Silizium des lichtempfindlichen Bereichs 18 Schottky-Barrieren 30 bilden. Die im Silizium erzeugten Ladungsträger werden phasengerecht, d.h. die beiden Schottky-Dioden werden um 180° Phasenverschoben angesteuert, über die beiden vertikalen Schottky-Dioden aus dem Silizium herausgezogen und an die Sammelkondensatoren weitergeleitet. In besonders vorteilhafter Weise weist das Sensorelement hierbei keine Dotierungszonen (15,16) auf. Dadurch kann das Sensorelement einfach hergestellt werden, wobei weniger Arbeitsschritte benötigt werden.

Fig. 8 zeigt mehrere erfindungsgemäße Sensorelemente mit an der Oberfläche der lichtempfindlichen Bereiche 18 eindiffundierten p⁺-Kontakten 32. Mittels der breiten Ohmschen p⁺-Kontakte 32 kann das Gleichlicht, z.B. Sonnenlicht in der Umgebung, eliminiert werden. An der Oberfläche der lichtempfindlichen Bereiche 18 werden neben den Signalphotonen auch Photonen aus dem Gleichlicht der Umgebung absorbiert. Dabei besitzt der kurzwellige Anteil der Gleichlichtphotonen nur eine geringe Eindringtiefe in Silizium und wird daher an der Oberfläche des lichtempfindlichen Bereichs 18 absorbiert.

Signalphotonen des nahen Infraroten Wellenlängenbereichs dringen dagegen tiefer in das Silizium ein. Durch Anlegen einer Rückwärtsspannung an den mit der Leiterbahn 33 verbundenen eindiffundierten p^+ -Kontakten werden diejenigen Ladungsträger abtransportiert, welche durch die kurzwellige Gleichlichtstrahlung in der Nähe der Oberfläche des lichtempfindlichen Bereichs 18 erzeugt werden und nichts zum Signal beitragen.

Patentansprüche

- 5 1. Optisches Sensorelement (10), bei dem in einem Halbleitersubstrat (1) ein lichtempfindlicher Bereich (18), in dem durch Belichtung Ladungsträger freisetzbar sind, und zwei Dotierungszonen (15; 16) zum Aufnehmen von im lichtempfindlichen Bereich (18) freigesetzten Ladungsträgern gebildet sind, sowie mit gegen den lichtempfindlichen Bereich (18) isolierten Elektroden (13, 14) zum Erzeugen eines Feldgradienten in dem lichtempfindlichen Bereich (18),
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 dass die isolierten Elektroden (13, 14) in in der Oberfläche des Substrats (1) gebildeten Gräben angebracht sind.
2. Optisches Sensorelement nach Anspruch 1,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass jede Dotierungszone (15, 16) eine Isolationsschicht (12) einer der isolierten Elektroden (13, 14) berührt.
3. Optisches Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass an jeder Dotierungszone (15, 16) ein ohmscher Kontakt gebildet ist.
4. Optisches Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Tiefe der Gräben größer ist als die Dicke der Dotierungszonen (15, 16).

- 5 5. Optisches Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Tiefe der Gräben zwischen 5 und 40 μm , vorzugsweise zwischen 12 und 25 μm tief sind.
- 10 6. Optisches Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Dotierungszone (15, 16) ein Sammelkondensator zum Sammeln von aus der Dotierungszone (15, 16) abgezogenen Ladungsträgern zugeordnet ist.
- 15 7. Optisches Sensorelement nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Sammelkondensator zwei leitfähige Platten umfasst, die in Gräben des Substrats angeordnet sind.
- 20 8. Optisches Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass anstelle isolierter Elektroden (13,14) aus Metall-Halbleiterstrukturen (31) aufgebaute Elektroden vorhanden sind, welche gegenüber dem lichtempfindlichen Bereich (18) Schottky-Barrieren (30) bilden.
- 30 9. Optisches Sensorelement nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sensorelement keine Dotierungszonen (15,16) aufweist.
- 35 10. Optisches Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass an der Oberfläche des lichtempfindlichen Bereichs (18) ein ohmscher p-Kontakt (32) eindiffundiert ist.

11. Optische Sensoranordnung mit einer Mehrzahl von Sensoren
5 nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeweils zwei in einer ersten Richtung benachbarte
Sensorelemente (10) beiderseits einer gemeinsamen iso-
lierten Elektrode (13') angeordnet sind.
- 10 12. Optische Sensoranordnung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass an die gemeinsame isolierte Elektrode (13') angren-
zende Dotierungszonen (15, 16) der zwei Sensorelemente
15 (10) elektrisch leitend verbunden sind.
13. Optische Sensoranordnung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zwei Sensorelemente (10) zu einem Pixel zusam-
20 mengefasst sind.
14. Optische Sensoranordnung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass an die gemeinsame isolierte Elektrode (13') angren-
25 zende Dotierungszonen (15, 16) der zwei Sensorelemente
(10, 10') elektrisch voneinander isoliert sind.
15. Optische Sensoranordnung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass eine Isolierschicht (12) einer der isolierten Elekt-
roden (13, 14) am Boden (26) ihres Grabens dicker als an
dessen Seitenwänden (27) ist.
16. Optische Sensoranordnung mit einer Mehrzahl von Sensoren
35 nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen einander benachbarten isolierten Elektroden

(13, 14) von zwei in einer ersten Richtung benachbarten Sensorelementen (10) eine die Elektroden (13, 14) gegeneinander isolierende Zone (28) gebildet ist.

- 5 17. Optische Sensoranordnung nach Anspruch 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die isolierende Zone (28) durch das Halbleitersubstrat (1) oder einen Graben gebildet ist.

Fig. 1

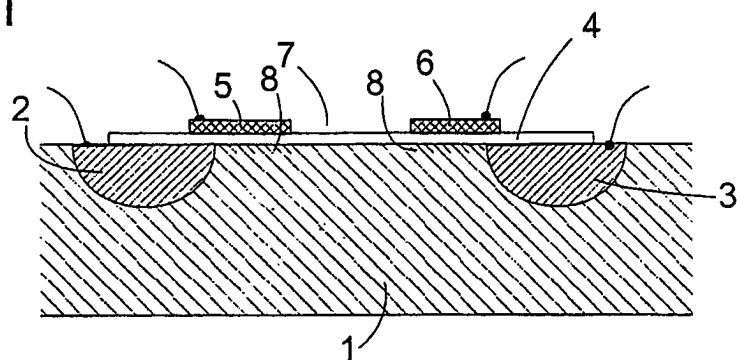
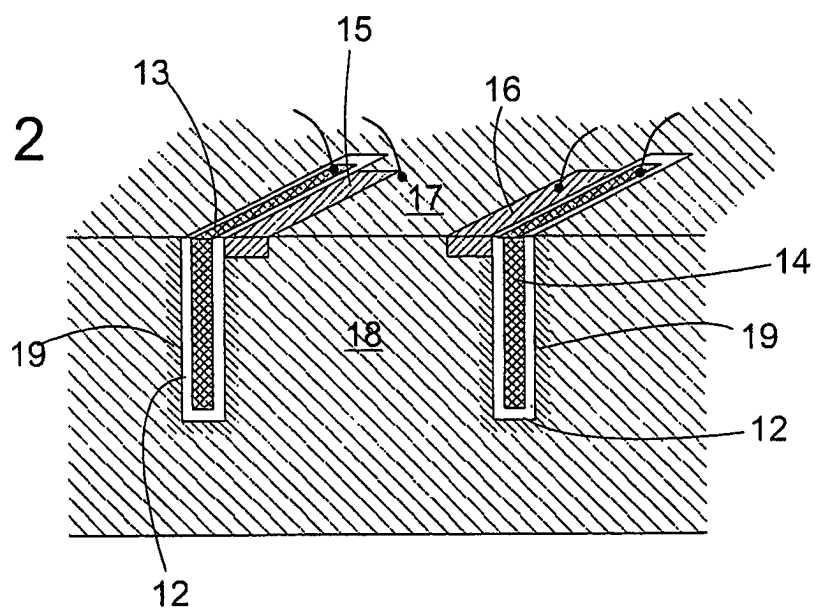


Fig. 2



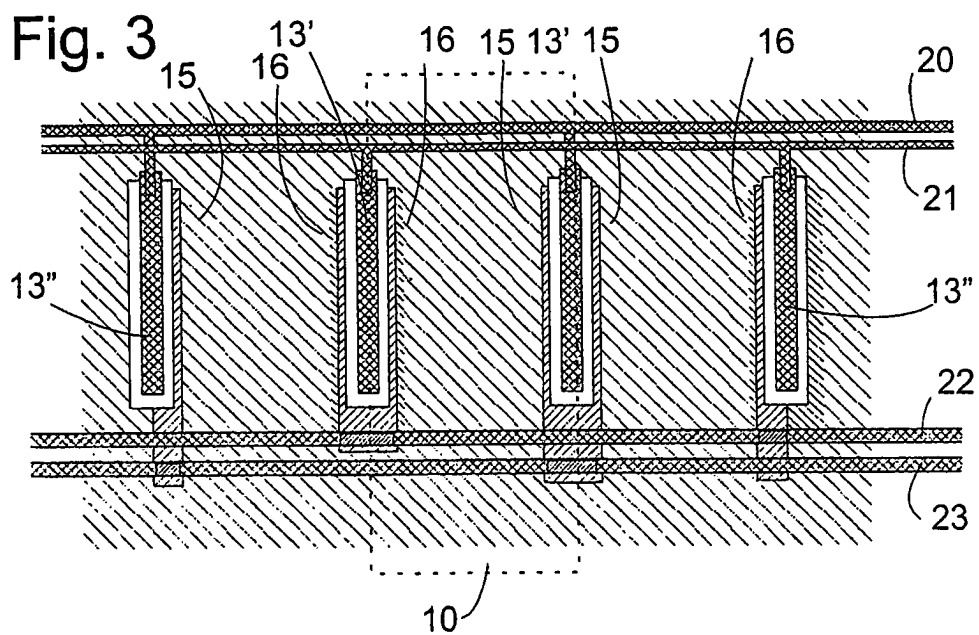
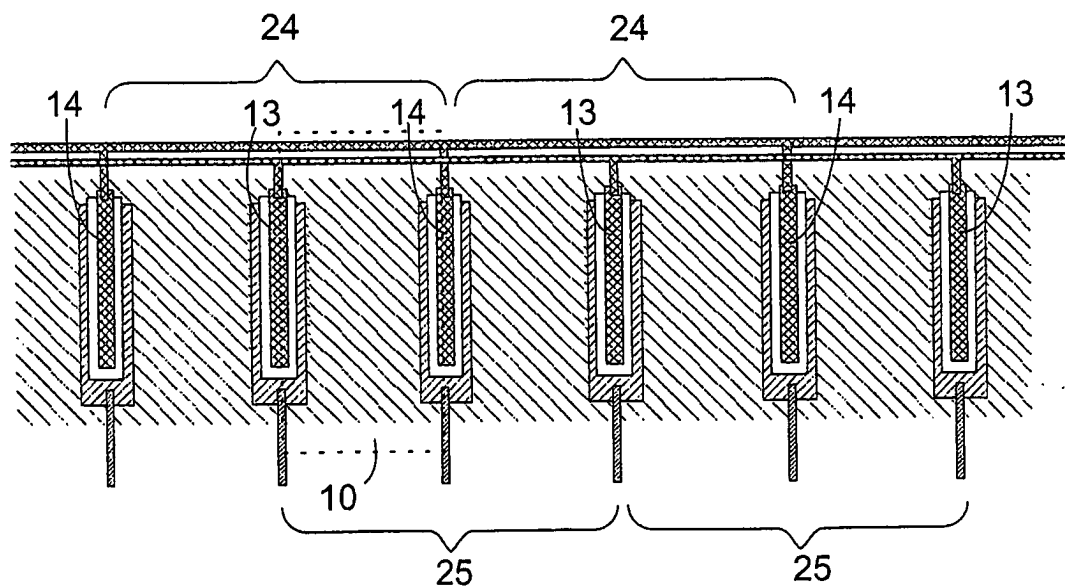
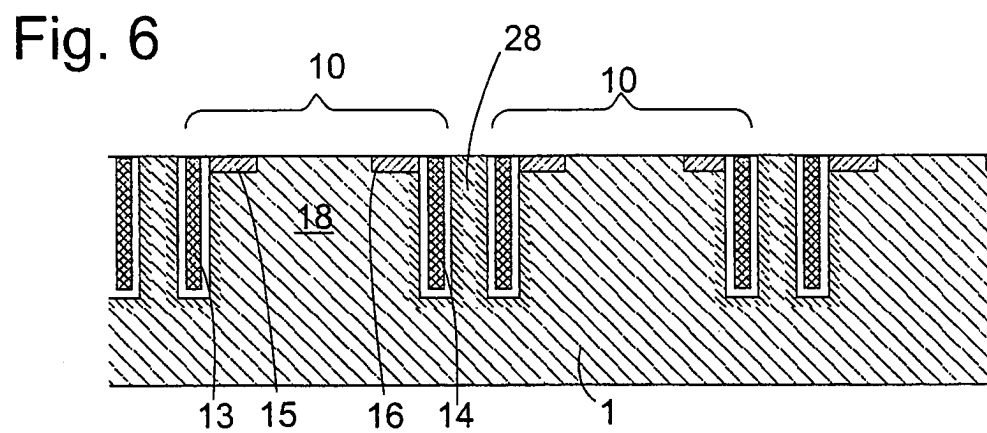
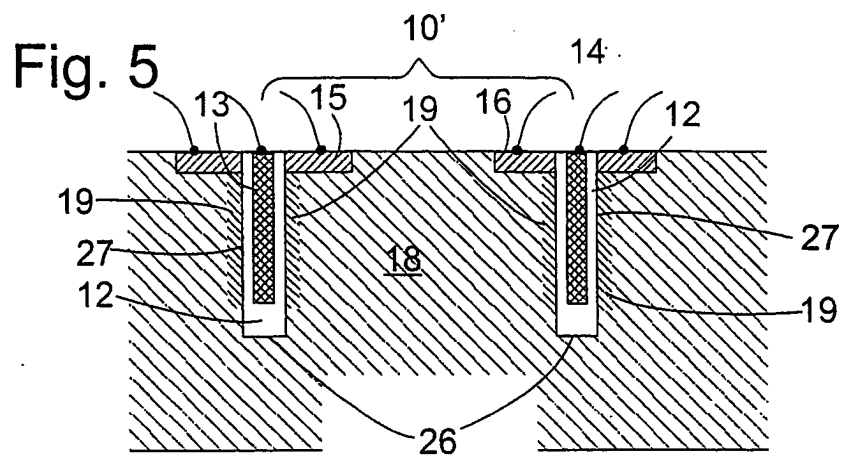


Fig. 4





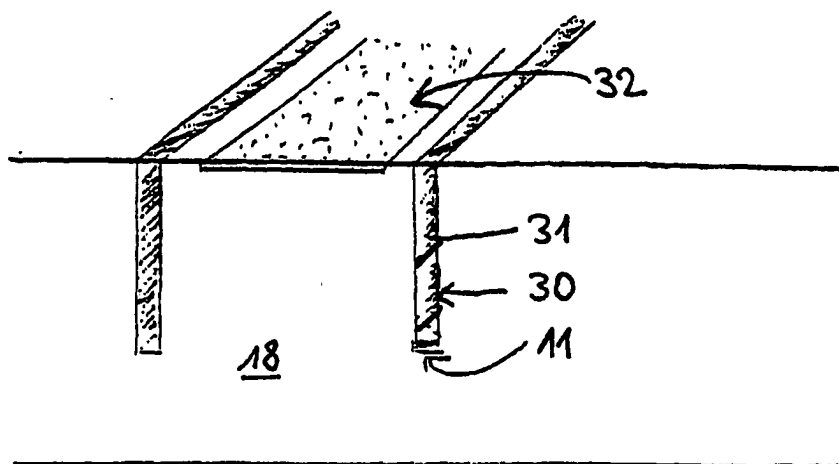


FIG. 7

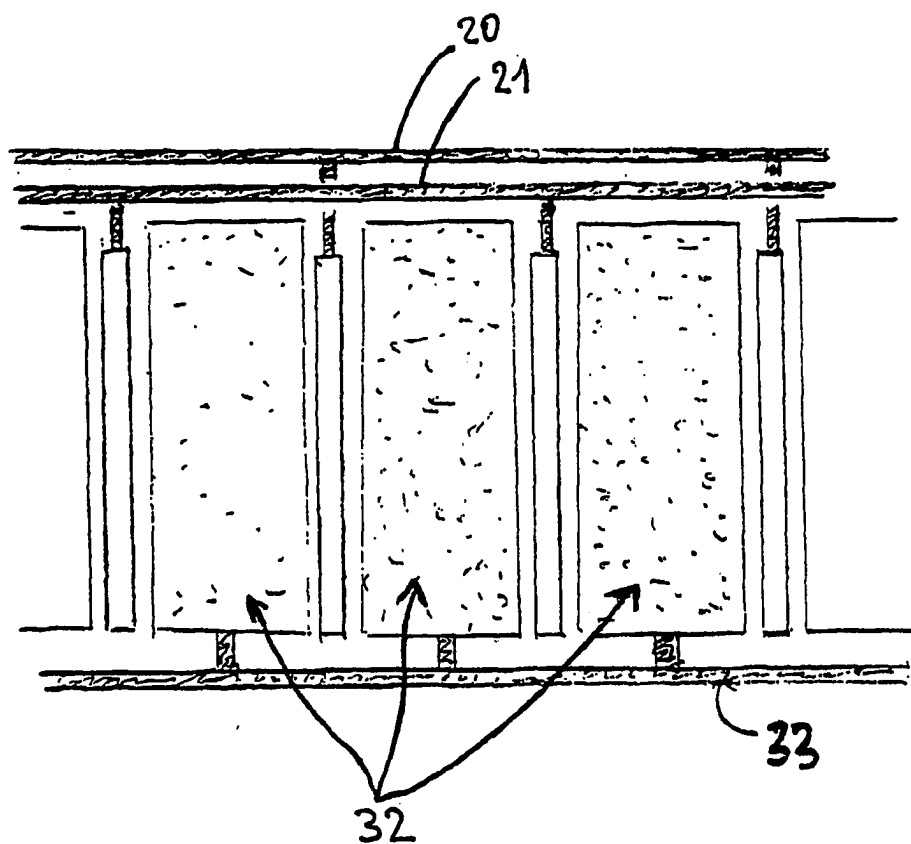


FIG. 8

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Dezember 2004 (16.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/109235 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 31/00**,
G01D 5/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/006247

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Juni 2004 (09.06.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 26 640.2 11. Juni 2003 (11.06.2003) DE
103 40 906.8 2. September 2003 (02.09.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DEIMEL, Peter**
[DE/DE]; Kreuzstrasse 14, 85465 Langenpreising (DE).
PRECHTEL, Ulrich [DE/DE]; Plettstrasse 9, 81735
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

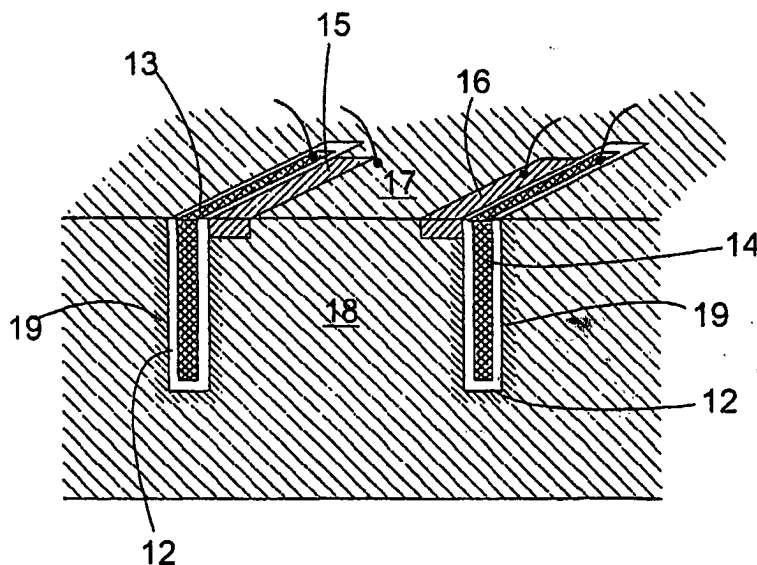
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL SENSOR ELEMENT AND SENSOR ARRAY

(54) Bezeichnung: OPTISCHES SENSORELEMENT UND SENSORANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to an optical sensor element (10) which comprises, in a semiconductor substrate (1), a light-sensitive region (18) in which charge carriers can be released by irradiation, and two doped regions (15, 16) for receiving the charge carriers released in the light-sensitive region (18). The invention is characterized in that electrodes (13, 14) for generating a field gradient in the light-sensitive region (18) are insulated from the light-sensitive region (18) and are disposed in trenches formed in the surface of the substrate (1).

(57) Zusammenfassung: Bei einem optischen Sensorelement (10), bei dem in einem Halbleitersubstrat (1) ein lichtempfindlicher Bereich (18), in dem durch Belichtung Ladungsträger freisetztbar sind, und zwei Dotierungszonen (15, 16) zum

Aufnehmen von im lichtempfindlichen Bereich (18) freigesetzten Ladungsträgern gebildet sind, sind gegen den lichtempfindlichen Bereich (18) isolierte Elektroden (13, 14) zum Erzeugen eines Feldgradienten in dem lichtempfindlichen Bereich (18) in in der Oberfläche des Substrats (1) gebildeten Gräben angebracht.

WO 2004/109235 A3



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

25. August 2005

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

"EXPRESS MAIL" LABEL NO. E1687310509US
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 CFR. 1.10 IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1, 50, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT ACCOUNT 16-0877.

12/12/05
DATE

[Signature]
SIGNATURE

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L31/00 G01D5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L G01D H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 760 273 A (KIMATA ET AL) 26 July 1988 (1988-07-26) column 4, line 50 - column 6, line 31; figures 1,4-6	1-5,11, 14,16,17 6,7,10, 12,13,15
X A	EP 0 651 448 A (HITACHI EUROPE LIMITED) 3 May 1995 (1995-05-03) column 7, line 19 - line 44; figure 5	9 8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 187 (E-615), 31 May 1988 (1988-05-31) -& JP 62 290175 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 17 December 1987 (1987-12-17) abstract	1-7, 10-17
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2005

Date of mailing of the international search report

22/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krause, J

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31 October 1995 (1995-10-31) -& JP 07 142757 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 2 June 1995 (1995-06-02) abstract -----	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 325 (E-451), 6 November 1986 (1986-11-06) -& JP 61 133660 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 20 June 1986 (1986-06-20) abstract -----	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 036 (E-477), 3 February 1987 (1987-02-03) -& JP 61 204966 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 11 September 1986 (1986-09-11) abstract -----	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 153 (E-607), 11 May 1988 (1988-05-11) -& JP 62 269354 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 21 November 1987 (1987-11-21) abstract -----	6,7
A	EP 0 627 771 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD) 7 December 1994 (1994-12-07) column 4, line 21 - line 48; figure 1 -----	8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 113 (E-497), 9 April 1987 (1987-04-09) -& JP 61 260672 A (NEC CORP), 18 November 1986 (1986-11-18) abstract -----	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 234 (E-629), 5 July 1988 (1988-07-05) -& JP 63 027057 A (NEC CORP), 4 February 1988 (1988-02-04) abstract -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

EP04/6247

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplemental sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒

No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

1. Claims 1-7, 10-17

An optical sensor element wherein electrodes insulated with respect to the light-sensitive semiconductor region are provided in trenches.

2. Claims 8, 9

An optical sensor element with electrodes in trenches which are delimited with respect to the light-sensitive semi-conductor region by a Schottky contact.

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4760273	A	26-07-1988	JP 1959883 C	10-08-1995
			JP 6052786 B	06-07-1994
			JP 62265759 A	18-11-1987
			DE 3709674 A1	19-11-1987
			GB 2190540 A ,B	18-11-1987
EP 0651448	A	03-05-1995	DE 69426108 D1	16-11-2000
			DE 69426108 T2	23-05-2001
			EP 0651448 A1	03-05-1995
			JP 7153989 A	16-06-1995
			US 5512763 A	30-04-1996
JP 62290175	A	17-12-1987	JP 1983194 C	25-10-1995
			JP 7014050 B	15-02-1995
JP 07142757	A	02-06-1995	NONE	
JP 61133660	A	20-06-1986	NONE	
JP 61204966	A	11-09-1986	NONE	
JP 62269354	A	21-11-1987	NONE	
EP 0627771	A	07-12-1994	JP 6296037 A	21-10-1994
			JP 6188449 A	08-07-1994
			DE 69325708 D1	26-08-1999
			DE 69325708 T2	30-12-1999
			EP 0627771 A1	07-12-1994
			US 5608230 A	04-03-1997
			WO 9415367 A1	07-07-1994
JP 61260672	A	18-11-1986	NONE	
JP 63027057	A	04-02-1988	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01L31/00 G01D5/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01L G01D H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 760 273 A (KIMATA ET AL) 26. Juli 1988 (1988-07-26) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 6, Zeile 31; Abbildungen 1,4-6	1-5,11, 14,16,17 6,7,10, 12,13,15
X A	EP 0 651 448 A (HITACHI EUROPE LIMITED) 3. Mai 1995 (1995-05-03) Spalte 7, Zeile 19 - Zeile 44; Abbildung 5	9 8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 187 (E-615), 31. Mai 1988 (1988-05-31) -& JP 62 290175 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 17. Dezember 1987 (1987-12-17) Zusammenfassung	1-7, 10-17
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krause, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 09, 31. Oktober 1995 (1995-10-31) -& JP 07 142757 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 2. Juni 1995 (1995-06-02) Zusammenfassung	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 325 (E-451), 6. November 1986 (1986-11-06) -& JP 61 133660 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 20. Juni 1986 (1986-06-20) Zusammenfassung	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 011, Nr. 036 (E-477), 3. Februar 1987 (1987-02-03) -& JP 61 204966 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 11. September 1986 (1986-09-11) Zusammenfassung	1-7, 10-17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 153 (E-607), 11. Mai 1988 (1988-05-11) -& JP 62 269354 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 21. November 1987 (1987-11-21) Zusammenfassung	6,7
A	EP 0 627 771 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD) 7. Dezember 1994 (1994-12-07) Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 48; Abbildung 1	8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 011, Nr. 113 (E-497), 9. April 1987 (1987-04-09) -& JP 61 260672 A (NEC CORP), 18. November 1986 (1986-11-18) Zusammenfassung	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 234 (E-629), 5. Juli 1988 (1988-07-05) -& JP 63 027057 A (NEC CORP), 4. Februar 1988 (1988-02-04) Zusammenfassung	

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☒ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7,10-17

Ein optisches Sensorelement, bei dem gegen den lichtempfindlichen Halbleiterbereich isolierte Elektroden in Gräben vorgesehen sind.

2. Ansprüche: 8,9

Ein optisches sensorelement mit Elektroden in Gräben, die durch einen Schottky-Kontakt gegen den lichtempfindlichen Halbleiterbereich abgegrenzt sind.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4760273	A	26-07-1988	JP 1959883 C	10-08-1995
			JP 6052786 B	06-07-1994
			JP 62265759 A	18-11-1987
			DE 3709674 A1	19-11-1987
			GB 2190540 A , B	18-11-1987
EP 0651448	A	03-05-1995	DE 69426108 D1	16-11-2000
			DE 69426108 T2	23-05-2001
			EP 0651448 A1	03-05-1995
			JP 7153989 A	16-06-1995
			US 5512763 A	30-04-1996
JP 62290175	A	17-12-1987	JP 1983194 C	25-10-1995
			JP 7014050 B	15-02-1995
JP 07142757	A	02-06-1995	KEINE	
JP 61133660	A	20-06-1986	KEINE	
JP 61204966	A	11-09-1986	KEINE	
JP 62269354	A	21-11-1987	KEINE	
EP 0627771	A	07-12-1994	JP 6296037 A	21-10-1994
			JP 6188449 A	08-07-1994
			DE 69325708 D1	26-08-1999
			DE 69325708 T2	30-12-1999
			EP 0627771 A1	07-12-1994
			US 5608230 A	04-03-1997
			WO 9415367 A1	07-07-1994
JP 61260672	A	18-11-1986	KEINE	
JP 63027057	A	04-02-1988	KEINE	